Studien über die Entwickelung der Mundwerkzeuge der Hymenopteren.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER KÖNIGLICH BAYRISCHEN

FRIEDRICH ALEXANDERS-UNIVERSITÄT ERLANGEN

VORGELEGT

VON

August Behnke

aus Berlin.

ACAD. LUDIBAT. BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Dezember 1896

Berlin.

Druck von Emil Streisand

Post-Strasse 27.

Die Mundwerkzeuge der Honigbiene sind bisher nur anatomisch untersucht worden. Dr. O. J. B. Wolff hat in einer eingehenden Studie über »Das Riechorgan der Biene« (Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Academie der Naturforscher, Band XXXVIII 1875, Dresden) auch die Anatomie des Kopfes und Rüssels geschildert. 11 Jahre später hat Breithaupt durch seine Untersuchung »Anatomie und Funktionen der Bienen-Zunge« (Archiv für Naturgeschichte 1886) unsere Kenntnisse noch mehr vertieft.

Aber diese Abhandlungen beziehen sich nur auf den Bau des fertigen Organes und geben kein Bild von den Umbildungen welche die 3 Kieferpaare während der Larven- und Puppenzeit erfahren. Dieses ist um so bedauerlicher, als in jene Entwickelungs-Periode der Wechsel der physiologischen Funktion der Mundwerkzeuge fällt, indem die leckende Thätigkeit der saugenden Wirkung des Rüssels weicht.

Die vorliegende Arbeit sucht die Lücke auszu-

füllen und alle Veränderungen der paarigen Mundanhänge bis zum definitiven Zustand zu verfolgen.

Die Beobachtungen wurden angestellt hauptsächlich an der Honigbiene, deren junge Brut bequem zu beschaffen ist. Ausserdem wurden die nahe verwandten einheimischen Hymenopteren in Vergleich gezogen: Andrena, Vespa vulgaris, Vespa crabro. Da eine genaue Altersangabe der eingesammelten Larven nicht angängig ist, so habe ich den Tag der Entwickelung nach dem zeitlichen Wachstum der Biene geschätzt und ausserdem die durchschnittliche Länge und den mittleren Durchmesser angegeben. Die Puppenstadien, die gewöhnlich gegen Ende des 9. oder Anfang des 10. Tages, vom Tage der Eiablage gerechnet, je nach Witterungs- und Nahrungsverhältnissen auftreten, waren, was das Alter betrifft, leichter infolge der zunehmenden Färbung der Facettenaugen vom hellsten Weiss bis zum Dunkelbraun (von Berlepsch: Die Biene und ihre Zucht in beweglichen Waben, S. 73) zu bestimmen. Chitinbildung, mit blossem Auge sichtbar, tritt zwischen dem 13. und 14. Tage ein, vollständig chitinisiert ist das Tier erst am 20. Tage.

Die Altersbestimmung bei Andrena gründet sich auf einen Vergleich mit Apis mellifica L., ohne dabei Rücksicht auf die Verschiedenheit der Lebensbedingungen zu nehmen, bei Vespa vulgaris und Vespa crabro ist nur Länge und Durchmesser angegeben.

I. Stadium. Larve von Apis mellifica L., etwa 3 Tage alt, kurz vorher dem Ei entschlüpft, sehr klein, fast im Kreis gekrümmt, 2 mm lang, $^1/_3$ mm im Durchmesser. Der cylindrische Körper ist in 13 Segmente gegliedert. Mund, Darmrohr, After, Tracheen und Nervensystem sind bereits angelegt. Das vordere Kopfsegment stellt einen flach-linsenförmigen, fast glatten Abschnitt dar, an dessen Vorderseite die Anlage der Antennen als niedrige Zäpfchen in flachen Hauttaschen geborgen sind.

Das Ectoderm wächst ventral und dorsal am hinteren Ende des Kopfes in Gestalt eines quer zur Längsachse des Körpers stehenden Furche in die Tiefe

Eine zweite der Hauptachse parallele Falte senkt sich in der dorsalen Medianebene in das Innere des Kopfes gegen die Commissur des oberen Schlundganglions. Diese Falte bildet die erste Anlage des Antennen.

Am Mundrande sind die Anlagen der Kieferpaare in Gestalt kleiner Zäpfchen gesprosst, über denen die primitive Oberlippe als dorsoventral abgeflachte Ausstülpung vorragt.

Die Anlage der Brustspeicheldrüse, die sich an der Spitze der Zungenanlage als Derivat des Ectoderms einstülpt, ist in ihrer ganzen Ausdehnung von einem hohen einschichtigen Cylinderepithel ausgekleidet, dessen Einzelzellen in ihrer Längsachse mehrfach gekrümmt erscheinen.

Die Mandibular- und Maxillarmuskel sind schon angelegt, ebenso der in die Zungenbasis strahlende Muskel.

Ferner ist ein Muskelpaar sichtbar, das einerseits lateral an der Oberlippe, andererseits am Basalteil des Kopfes, lateral der Kopffurche inseriert.

II. Stadium. Apis mellifica. L. 5 mm lang, $1^1/_4$ mm im Durchmesser, ungefähr 1 Tag alt. Der Körper der Larve, die nach Länge und Durchmesser bedeutend gewachsen ist, erscheint mehr gestreckt als im vorhergehenden Stadium. Die Segmentierung fällt durch deutliche Ringfurchen auf.

An der Hinterfläche des Kopfes senkt sich das Ectoderm in Form einer oval gebuchteten Tasche ein, die sich in zwei lateral verlaufende Bogengänge teilt, die die Vorderfläche des oberen Schlundganglions umfassend dorsal bis an die Basis der Antennenanlagen ziehen und auf diese Weise die kahnförmige Ausbuchtung des Endosceletbasalstückes bilden, während die Kopffurche 0,09 mm lang ist.

Die dorsale Wand der Mundhöhle (0,06 mm lang) ist nahe dem Mundrande in 2 Falten gelegt, so werden die Anlagen des Epipharynx erkennbar.

Die Zunge stellt einen kugeligen Lappen dar, dessen Wachstum an der Spitze durch eine dichtere Anordnung von Epithelzellen kenntlich ist; schwache Erhebungen an beiden Aussenseiten des Zungenlappens

deuten die Anlage der Zungentaster an. Die Maxillarlappen zeigen keine Differenzierung und haben kugelige Gestalt. Der Oesophagus ist durch 2 Muskelstränge, die parallel den beiden Oberlippenmuskel (s Stad. I) laufen, am hinteren Teile des Kopfes angehängt. Ein weiteres Muskelpaar zieht lateral den beiden vorhin erwähnten Spalträndern inserierend mit starken Bündeln zu den Maxillen.

Von den Zungenmuskeln ist der im vorigen Stadium erwähnte stärker hervorgetreten, die einzelnen Bündel gruppieren sich um den Speichelkanal, dessen Lumen von starken Längsfalten eingeengt ist.

III. Stadium. Apis mellifica L. 7 mm lang, $2^1/_4$ mm Durchmesser, circa 2 Tage alt, zeichnet sich durch besonders starkes Auftreten von Fettzellen aus, die Antennen sind noch nicht gegliedert, jedoch unter der eng anliegenden Larvenhülle stark gefaltet. Die Kopffurche ist um 0,015 mm gewachsen, so dass ihre Länge jetzt 0,095 mm beträgt.

Das Endoscelet ist stärker entwickelt, die cylindrisch in die Tiefe wachsende, im Stad II erwähnte Ectodermtasche zeigt ein grösseres Lumen.

Der Zungenlappen, um das Doppelte gegenüber dem vorigen Stadium verlängert, trägt an seinem distalen Ende kleine Seitenhöcker — die Anlagen der Nebenzungen von 0,015 mm Länge, während der an

seinem vorderen Ende mündende Speichelgang schwach S-förmig gekrümmt erscheint.

Am Stipes tritt die Anlage der Maxillarlade in Gestalt eines kleinen Lappens deutlich hervor, während die ovalen, allseitig gleichbreiten Mandibeln am Rande noch jeder Zähnelung entbehren.

Die ersten Anlagen des Hebers der Speichelklappe, (Breithaupt), von Wolff Protractor linguae genannt, später am oberen Teile der Zungenbasis inserierend, treten im Lumen des Kinnes auf, ventral davon fallen die einzelnen Bündel des Retractors der Zunge (Breithaupt) auf und gruppieren sich halbkreisförmig um den Speichelkanal; der Maxillarmuskel ist stärker geworden. Die den Retractor der Zunge darstellenden Muskel, welche in Gruppen die Speichelklappe umgeben, sind gegenüber dem vorigen Stadium näher an einander gerückt, auch der Mandibelmuskel entfaltet sich mächtiger, ferner zieht von der hinteren Wand des Kopfes ein Muskel medial gegen die Maxille, der später als Protractor der Unterlippe (Breithaupt p. 86) funktioniert.

IV. Stadium. Apis mellif. L., 9 mm lang, $3^3/_4$ mm im Durchmesser. Larve mehr gestreckt als im vorhergehenden Stadium, ungefähr 3 Tage alt.

Zu beiden Seiten des Oesophagus an der Hinterfläche des Kopfes, oberhalb des Speichelganges und unterem Schlundganglions, hat sich die im Stadium II

auftretende seichte Querfalte des Ectodermes mehr lateral in cylindrische Schläuche ausgezogen, welche gegen die Mundhöhle wachsen.

Diese cylindrische Ausbuchtungen krümmen sich allmählich ventral lateral, bis sie in der Höhe der Mundbucht liegen und sich in der Hautfalte, die die Antennen umgiebt, verlieren. In diesen kahnförmigen Ausbuchtungen gleiten Mentum und Stipes.

Von dem in Mittel- und Seitenlappen gegliederten Gehirn ziehen die Augennerven gegen die seitliche Kopfwand, während die Antennen dorsal als dicke, faltige, gegliederte Zapfen vor der Augenanlage entspringen. Die Basis der Zunge erscheint verbreitert, ihre Spitze ist deutlich in Zunge und Nebenzunge gespalten, desgleichen sind Stipes und Maxille schärfer getrennt. Kinn und Zungenbasis dagegen lassen noch keine Gliederung erkennen, der Speichelgang noch direkt an der Zungenspitze mündend, erweitert sich gegen die Zungenbasis allmählich, um sich kurz vor seinem Austritte aus dem Kopfe unterhalb des Schlundganglions in zwei Kanäle zu gabeln. Die in den vorigen Stadien erwähnten Maxillar- und Mandibelmuskeln sind nunmehr am Endoscelet inseriert.

V. Stadium. Apis mellif. L. 11 mm lang, $4^3/_4$ mm im Durchmesser, ca. 4 Tage alte Larve. Durch die Larvenhaut schimmern die Anlagen der Beine als kleine

weisse Knötchen, die unter der engen Hülle ventral dichtgefaltet liegen.

Kinn, Zunge und Nebenzungen sitzen, deutlich von einander abgegrenzt, einem gemeinsamen breiten Lappen auf, der sich an der ventralen Seite des Kopfes abschnürt. Zwischen Maxille und Stipes ist das Gelenk angelegt.

Die Antennen liegen zu beiden Seiten des Kopfes in tiefen Gruben, deren Boden von hohen Cylinderepithelzellen gebildet wird, während die seitliche Wand sich aus niedrigem Plattenepithel zusammensetzt.

Das Endoscelet hat sich weiter entwickelt. Der Speichelgang weist in seinem Lumen faltige Erhebungen des Epithels auf, und geht gegen die Gabelungsstellen allmählich aus der hochcylindrischen Form in kubische über. Die Muskeln haben sich sämmtlich stärker entwickelt.

VI. Stadium. Apis mellif. L. $11^1/_2$ mm lang, $4^1/_2$ mm im Durchmesser, gegen das vorherige Stadium um $^1/_2$ mm in der Länge gewachsen, im Durchmesser um $^1/_4$ mm geringer, ungefähr 5 Tage alt. Der Körper ist fast gerade gestreckt und zeigt eine flache Ringfurche im vorderen Drittteil des Körpers: die Grenze zwischen Thorax und Abdomen. Das Endoscelet tritt sehr scharf hervor. Die Zunge ist von den Maxillen vollständig getrennt, die Zungentaster erscheinen als ganz kleine Ausstülpungen lateral der Zungenspitze, an

welcher der Brustspeichelgang 0,06 mm oberhalb der Zungentasteransatzstelle mündet. Der Zungentaster selbst ist 0,03 mm lang. Die Antennen, deren apicaler Teil kolbig erweitert ist, liegen in tiefen Hauptgruben. Das Cylinderepithel des Endoscelets tritt besonders stark an jenen Stellen auf, wo Gelenke, Angel und Zügel, in Bildung begriffen sind.

VII. Stadium. Apis mellif. L. Larve 13 mm lang, Durchmesser 5 mm, circa 6 Tage alt. Die Abschnürung des Thorax vom Abdomen ist weiter fortgeschritten, der Kopf fast um das Doppelte gegen das vorhergehende Stadium gewachsen. Unter der Larvenhaut vollzieht sich langsam die Metamorphose.

Kopf, Thorax, Abdomen sind bereits deutlich abgesetzt. Von den Mundwerkzeugen erscheinen mentum und stipes fast vollständig ausgebildet, während Zunge und Nebenzungen zusammengeklappt an der Ventralseite des Kopfes liegen. Die Taster sind fast vollkommen entwickelt.

Das Lumen des Speichelganges ist in der Gegend der Unterlippenbasis durch mehrere Längswülste eingeengt. Nach der Mündung zu verlieren sich dieselben bis auf drei regelmässige Falten, welche zur Mündung des Speichelganges verlaufend, zuletzt nur noch einen oberen und einen unteren Lappen erkennen lassen. Die Mündung des Speichelganges liegt an der Zungenspitze 0,08 mm hinter der Ansatzstelle der Zungen-

taster. Die Muskeln haben an Stärke zugenommen. Die vorher gefalteten Antennen haben sich in die Länge gestreckt und lassen nunmehr deutlich 6 Glieder unterscheiden. Die Kopffurche dagegen hat ihre definitive Tiefe noch nicht erreicht.

VIII. Stadium. Nymphe Apis mellif. L. ♀ ungefähr 7 Tage alt, 13 mm lang, 4,3 mm im Durchmesser, besitzt äusserlich schon deutlich die Form des künftigen Imago. Rüssel und Beine haben ihre volle Grösse erreicht. Die Flügel sind angelegt, Facettenaugen haben milchweisse Farbe. Die Augennerven entspringen mit zahlreichen starken Bündeln aus den Seitenhörnern des oberen Schlundganglions, verzweigen sich allmählich in viele kleinere Aeste, während hohe Cylinderzellen der ektodermalen Kopfhaut den Nerven entgegenwachsen.

Am Mundende greifen 2 laterale, senkrecht zur Hauptachse stehende Falten des Ectoderms ein und trennen die beiden Oberkiefer. Durch die dazwischen liegende Mundbucht werden Oberlippe und Unterlippe deutlich geschieden. Der Oberkiefer zeigt an seinem dorsal medialen Rande eine kleine Ectodermtasche, die Anlage des späteren Oberkiefergelenksackes.

An der Ventralseite des Kopfes greift hufeisenförmig die Unterlippenfurche ein; der so von den beiden Seitenteilen abgegrenzte Teil wächst zapfenförmig vor

und gliedert die beiden Unterkiefer durch 2 laterale Furchen von dem Kinn ab.

An der ventralen Basis der Unterkieferladen sprosst das Tasterrudiment, während die Endäste der Unterlippe: Zunge, Nebenzunge und Zungentaster ihre definitive Form angenommen haben.

An der Dorsalseite der Zunge mündet der Brustspeichelgang, dessen Endabschnitt dorsoventral abgeflacht und erweitert ist. Seine Mündung umstehen lateral dorsal die Paraglossen, ventral lateral die Zungentaster.

Die Kopfspeicheldrüse entsteht an der Ventralseite der Speiseröhre, nahe deren Grenze gegen die Mundhöhle als Ausstülpung und liegt mit der Hauptmasse ihres Drüsenkörpers zwischen dem oberen Schlundganglion und der oberen Kopfwand.

Der Körper ist nach innen sehr reichlich mit Fettzellen erfüllt.

IX. Stadium. Puppe Apis mellif. L. ♀ 11,7 mm lang, 4,5 mm im Durchmesser, ungefähr 8 Tage alt. Die Facettenaugen sind schwach rosa gefärbt, die Flügel gegen das vorige Stadium bedeutend gewachsen. Da die Gliederung des Körpers rasche Fortschritte macht und sich auch die Abdominalsegmente mehr und mehr ineinander schieben, hat die Puppe 1,2 mm an Länge eingebüsst. Nachdem die Mundwerkzeuge annähernd ihre definitive Form erlangt haben, beginnt jetzt die feinere Modellierung. Die Furche zwischen

dem Kopf einerseits, dem Kinn und den Unterkieferstammstücken andrerseits ist 0,03 mm lang; Submentum beginnt nach 0,035 mm. Zwischen Unterkieferstamm und Lade, die jetzt deutlich geschieden sind, bildet sich eine gelenkige Verbindung. Die Gliederung zwischen mentum und stipes ist jedoch erst durch zwei seichte Furchen angedeutet. Die Mundöffnung ist sehr breit und wird lateral-dorsal vom Basalstück des mentum und stipes, die mit der Oberlippe noch zusammenhängen, begrenzt. Die Furche zwischen Kinn und stipes ist allmählich deutlicher geworden Das Basalstück trennt sich in seinem weiteren Verlaufe nach der Spitze zu, 0,02 mm von der Oberlippe entfernt und teilt sich niedriger werdend in Kinn und stipes, in einer Längsausdehnung von 0,21 mm. Diese Teilung geht durch Abschnürung in der Weise vor sich, dass an der ventralen, also der unteren Mundfläche sich Falten bilden, die beiderseits der obengenannten Furche zwischen Kinn und Stipes entgegenwachsen. Der Oberkiefergelenksack ist zu einer tiefen, kugeligen Gelenkhöhle mit schmalen Eingang umgebildet. Im Kopfe sind sehr starke Fettkörpermassen angehäuft.

X. Stadium. Apis mellif. L. $\overset{\circ}{+}$ ungefähr 9 Tage alt. 12 mm lang, $4^1/_2$ mm im Durchmesser. Die beginnende Pigmentierung lässt die Facettenaugen, hellrosa bis dunkelrosa gefärbt, erscheinen. Die Abschnürung

der Maxillen vom Kinn, 0,37 mm vom Ursprung der Kinnbasis, ist vollendet.

Die Trennung erfolgt durch Einsenkung des Ectoderms in Form einer tiefen Faltentasche, die aussen weit, in die Tiefe verschmälert vordringt. Der Zungentasterursprung ist 0,06 mm von der Mündung des Speichelganges beiderseits lateral am Kinn eingefaltet. Die Anlage der sensenklingenförmigen Nebenzungen, welche seitlich an der Mündung des Speichelganges liegen, sind parallel zur Medianebne gerichtet. An der ventralen Seite der Zunge ist die Zungenrinne angelegt, an dieser Zungenrinne ist eine starke Wucherung von Epithelzellen zu bemerken. Das Lumen der Zunge ist enger als im vorigen Stadium. Dorsal erscheint die Zungenfurche, 0,06 mm lang, oberhalb der Mündung des Speichelkanals.

XI. Stadium. Apis mellif. L. $\overset{\circ}{+}$ ungefähr 10 Tage alt, fast vollständig ausgebildet, noch nicht chitinisiert. Facettenaugen hell lila gefärbt.

Die Schnitte spiegeln ungefähr die gleichen Verhältnisse wie im Stadium X, doch sind alle Teile von einer zarten Chitindecke überzogen. Angel, Zügel, Kinn und Hülsen besitzen zwar ihre definitive Imaginal-Grösse, sind aber noch nicht vollständig getrennt, auch das submentum ist noch nicht von dem mentum gelenkig abgetrennt. 0,013 mm vor der Mündung des

Speichelganges beginnt an der Ansatzstelle der Zungentaster die Einfaltung des Kinnes.

Der Grund der Zungenrinne ist noch nicht verdickt, an der Oberfläche der Zunge treten Borsten auf, der Chitinstab, welcher deutlich im Lumen der Zungenrinne zu erkennen ist, ist unbehaart. Die Dorsalseite der Zunge vor der Mündung des Speichelganges ist nicht gefurcht.

Von Muskeln ist nunmehr der Retractor der Zunge vollkommen gebildet; er entspringt am hinteren Rand des Mentum und geht zur Zungenbasis und Speichelspritze.

Der starke Protractor der Unterlippe entspringt am hinteren mittleren Teile des Kopfsceletes und geht zum vorderen mittleren Teile der Hülse.

XII. Stadium. Nymphe Apis mellif. L. $\frac{\delta}{+}$ ungefähr 11 Tage alt. Facettenaugen dunkellila bis braun. Am Thorax Beginn der Chitinisierung, ebenso an den beiden vorderen Beinpaaren. Kinn und Hülse sitzen einer gemeinsamen Basis auf, die eine Längsausdehnung von 0,2 mm aufweist. Angel und Zügel sind jetzt deutlich unterscheidbar.

0,015 mm von der hinteren Spitze des Submentum her senkt sich zu beiden Seiten der Angel je eine Falte in die Tiefe von unten nach oben, d. h. von der ventralen nach der dorsalen Seite. Diese Falte wird nach der Zungenspitze immer tiefer, bis sie am oberen

Rande des Grundstückes angelangt ist und Kinn und Hülse von einander getrennt hat. (Länge 0,24 mm).

Das Kinn zeigt an seinem oberen Rande stärkeres Auftreten von Matrixzellen. Vereinzelt treten die Anlagen von Sinneshaaren auf.

Das Kinn wird schmäler und niedriger und teilt sich 0,24 mm von der Basis in Zunge und die beiden Lappen der Nebenzungen. Nebenzungen schnüren sich an der Ventralseite ab. In gleicher Höhe mit dieser Teilstelle liegt die Mündung des Speichelganges.

Die Speichelklappe erhebt sich zwischen der Basis der beiden Nebenzungen als dreieckiges Läppchen vom dorsalen Rande der Mündung des Speichelganges. Die Zunge ist an dieser Stelle fast ganz flach, die beiden Seitenränder sind ein wenig nach unten eingebogen und krümmen sich nach der Spitze zu immer stärker ventral, so dass eine Rinne gebildet wird, welche 0,06 mm von der Mündung ihre grösste Tiefe erreicht. Am Grunde dieser Rinne bildet sich gegen die Zungenspitze zu durch Wucherung der Epithelzellen eine mediale Leiste, welche an ihrer ventralen Fläche gleichfalls ausgekappt ist, so dass im Querschnitt diese Leiste halbmondförmig erscheint. Die obere Zungenfurche ist auf eine Länge von 0,045 mm von der Mündung des Speichelkanals sichtbar.

XIII. Stadium Apis mellif. L. $\frac{\varphi}{+}$ ungefähr

12 Tage alt. Facettenaugen braunschwarz, das letzte Beinpaar chitinisiert, desgleichen Antennen und Mandibeln. Die Flügel reichen über die Ursprungsstelle des dritten Beinpaares hinaus. Am Thorax beginnt die Chitinisierung und zwar besonders am Metathorax. Auf Längsschnitten erscheint Angel und Zügel getrennt, erstere chitinisiert. Das Gelenk zwischen beiden ist fertig gebildet.

An den Gelenkstellen der Zungenbasis am stipes, mentum, submentum tritt stärkere Chitinablagerung auf, von dunkelbräunlicher Färbung, besonders stark am mentum.

Die S-förmigen Hebel, die das Umklappen der Zunge ermöglichen, tragen hellbraunes Chitin.

Die Zunge selbst hat mit den Nebenzungen ihre normale Grösse erreicht. Der Ueberzug der quirlförmigen Borsten, bedeckt die ganze Zunge. Nebenzungen und Taster, sowie Maxille nebst Laden sind stark chitinisiert und die sensenklingenförmigen Laden mit Borsten besetzt.

Die Entwicklung der Mundwerkzeuge der Honigbiene ist damit vollendet, die Mundteile anderer Hymenopteren sind zwar nicht principiell verschieden von denen der Honigbiene, weisen jedoch viele spezifische Eigentümlichkeiten auf, so dass sich eine vergleichende Betrachtung dieser Gebilde verlohnt.

Im Gegensatze zu den Bienen sind die Mundteile der Wespenarten, die unter einander nur sehr geringe

Differenzen aufweisen, kurz und plump. Bei Vespa vulgaris und Crabro treten Kinn und stipes in Gestalt von breiten Hülsen auf, an denen submentum und Angel der Honigbiene fehlen, beide laufen in eine kurze und breite Zunge, deren Nebenzungen gleichfalls plump und wenig beweglich lateral die Zunge flankieren. Während die Laden der Maxillen gleichfalls als kurze und breite Platten auffallen, sind die Taster weit länger und stärker als bei Apis mellif. L. Entsprechend diesen anatomischen Unterschieden der fertigen Organe verläuft auch ihre Entwicklung. Bei einer Larve von 16 mm Länge, 4 mm Durchmesser, bemerken wir, dass an der ventralen Seite des Kopfes lateral von den Maxillen das Epithel 0,02 mm unterhalb des oberen Schlundganglions vertical in die Tiefe gegen die Mundbucht hin gewachsen ist, dass mentum und stipes wenig differenziert drei Lappen darstellen, deren mittlerer an seinem vorderen Ende die Anlagen der Zunge und Nebenzungen trägt, deren Maxillartaster am stipes entspringen und mit allen Gliedern angelegt sind. Am Endoscelet inseriert ventral ein Muskel, der mit einer Trachee in Verbindung steht und zu den Maxillen geht. Es entspricht bei der Honigbiene einem Muskel, den Breithaupt Protractor der Unterlippe genannt hat.

Der Speichelgang liegt bei seinem Austritte aus dem Kopfe in den Thorax nicht an der ventralen Seite des Kopfes.

Die Chitinisierung ist bis tief in den Speichelkanal hinein erfolgt. Die Mundwinkel sind deutlich chitinisiert.

Die Antennen liegen dreimal gefaltet an der oralen Seite des Kopfes, dicke Nervenstränge, die von unteren Schlundganglien sich abzweigen, durchziehen ihr Lumen bis zur Spitze.

Das Herz reicht als sackartiger Schlauch in den Kopf, nachdem es sich bei seinem Eintritt in denselben knieförmig gebogen und verengert hat.

Vespa vulgaris L. 17 mm lang, 5 mm Durchmesser. Die im vorigen Stadium erwähnte Epithelfalte an der ventralen Seite des Kopfes, wächst, analog der Honigbiene, in Gestalt eines Spaltes, der sich lateral schlauchförmig gabelt, in die Tiefe des von Fettzellen sehr reichlich erfüllten Kopfes.

Der laterale Teil des Schlundganglions schickt einen Nervenstrang gegen die Aussenseite des Kopfes an die Basis der aus hohen Cylinderzellen bestehenden Anlage der Facettenaugen.

Oberkieferbasis, Zunge und Nebenzungenbasis (also Kinn und Stammstücke) sind durch faltige Einbuchtungen von einander geschieden und lappenartig vorgeschoben. Kleine Tracheenäste durchziehen Zunge, Maxillen und Mandibeln. Der Speichelgang mündet auf der dorsalen Seite der Zungenbasis. Die Zellen seines hohen Cylinderepithels erscheinen im Querschnitt stark gebogen.

An den Maxillen ist der Taster mit sämmtlichen Gliedern (0,16 mm lang) angelegt.

An der Zungenbasis entspringen die fertig ausgebildeten Taster (0,16 mm lang), während die Nebenzungen durch eine nur 0,07 mm faltige tiefe Einbuchtung von der Zunge getrennt sind.

Vespa vulgaris L. Larve 19 mm lang, 5½ mm im Durchmesser, an den Gelenken bereits chitinisiert. Eine deutliche Chitindecke überzieht alle Teile und ist besonders stark an den Gelenkfalten entwickelt.

Im Gegensatz zu Apis und Andrena ist die frühzeitige Chitinisierung der Mundteile bei Vespa sehr auffallend.

An der Ventralseite ist die Endosceletanlage fortgeschritten und bietet dem Maxillarmuskel die breite laterale Fläche zur Ansatzstelle.

Von der Basis des Lappens, von dem sich Zunge sammt Maxillen erheben, entspringt lateral ein Muskel, der zu der Zungenwurzel geht. (Retractor der Zunge, Breithaupt.)

Lateral des Endoscelets und medial der Ursprungsstelle des Mandibularmuskels entspringt der Protractor der Unterlippe (analog der Honigbiene) und geht zur Zungenbasis und Speichelklappe Der Speichelgang ist nahe seiner Mündung spaltförmig, dorsoventral stark abgeplattet und in den beiden lateralen Spaltwinkeln stark chitinisiert.

Ventral von der Speichelklappe erscheint ein Muskelpaar, welches von der Zungenbasis entspringend zu den beiden Nebenzungen geht. (Retractoren der Nebenzungen.) Der Speichelgang teilt sich (analog bei Apis mellif. L.) bei seinem Austritte aus dem Kopfe in den Thorax in 2 Kanäle.

In das Innere des Oesophagus erstreckt sich von der dorsalen Seite eine von hohem Cylinderepithel gebildete Falte der Epipharynx.

Betrachten wir eine etwa 2—3 Tage alte Andrena-Larve von 12 mm Länge und 4 mm Durchmesser, so fällt uns folgendes auf. Durch die Cuticula der halbkreisförmig gekrümmten Larve schimmern die knopfförmigen Anlagen der Beine durch.

An der ventralen Seite des Kopfes ist die Anlage des Endoskeletts in gleicher Weise wie bei Apis vor sich gegangen, während eine tiefe Querfalte die Oberkiefer getrennt hat. Die Gliederung der Maxillen geht in folgender Weise vor sich.

Nach Abschnürung des stipes vom Kinn spalten sich die ursprünglich einfachen lappenförmigen Maxillen in Lade und Taster. Zunge und Zungentaster, während an der Dorsalseite die Zungentaster entspringen, trennt an der Ventralseite der Zunge eine kleine rasch in die Tiefe wachsende Falte die Nebenzungen ab.

Die Zungentaster und Maxillartaster sind fast gleich lang (0,15 mm).

Der Speichelgang entspringt an der Zungenbasis und besitzt ein sehr enges Lumen.

Von Muskeln ist der Retractor der Zunge angelegt, ausserdem ein starker Muskel der zur Oberlippe zieht.

II. Stadium. Andrena 5—6 Tage alte Larve, 13 mm lang, Durchmesser 5 mm, stärker gekrümmt als das vorhergehende Stadium.

Die Larve ist bedeutend gewachsen, am dorsalen Teile des Kopfes tritt die Kopffurche auf. Das Endoskelet ist in seiner Ausbildung fortgeschritten. Das Basalstück von Stipes ist 0,015 mm lang, nach 0,019 mm beginnt die Abschnürung des Stipes vom Kinn durch durch eine faltige Einbuchtung. Ebenso gliedern sich Zunge und Maxillartaster schärfer von ihren Basalteilen ab.

Die Zungen- und die Maxillartaster sind 0,019 mm lang.

Das Lumen des Speichelganges ist weiter geworden. Der Retractor der Nebenzungen angelegt.

III. Stadium. Andrena 7—8 Tage alt, 12 mm lang, 4,5 mm im Durchmesser.

Die Oberlippe ist bei Andrena schon in diesem Stadium grösser als bei der Honigbiene; während der clipeus sehr breit, lateral nach unten gebogen, spitz ausläuft.

Das Endoskelet ist grösser geworden; die Basis

ist fast dreieckig. An der Verbindungsstelle ist die dritte Ecke abgerundet.

Im Oberkiefer und den Stammstücken sind noch keine Muskeln zu unterscheiden, während im Kinn bereits die Gruppierung der einzelnen Muskeln beginnt.

Epipharynx von ganz besonderer Ausdehnung, dreizipfelig.

IV. Stadium. Andrena, ungefähr 9—10 Tage altes Nymphenstadium, Augen hellrosa. Fettzellen reichlich vorhanden, Chitin noch nicht abgesondert.

Das durch Einsenkung des Ectoderms an der ventralen Seite gebildete Endoscelet zeigt einige Abweichung von dem der Honigbiene.

Bei Apis mellif. L. wächst dasselbe vertikal mehr gegen die hintere Kopfturche, während es bei Andrena mehr lateral divergiert.

Auch die Grössenverhältnisse sind bedeutend verschieden: Die Zügel sind um das Doppelte länger und bedeutend breiter als bei Apis angelegt.

Der an der Ventralseite liegende Mandibelmuskel entspringt mit drei Portionen am hinteren lateralen Rande des Kopfes und ist schwach entwickelt. Der zu den Antennen führende Muskel kommt vom oberen Teile des Endoscelets. Zunge und Nebenzungen sowie die Maxillen haben aber ihre definitive Form erreicht.

Der Speichelgang zieht in verticalen Windungen durch das Kinn und mündet an der Zungenbasis. Die

Retractoren der Zungen und der Nebenzungen entsprechen denen der Honigbiene.

Während die Mundwerkzeuge von Andrena denen von Apis sehr nahe kommen, weichen sie von denen der Wespen beträchtlich ab.

V. Stadium. Andrena, 12—13 Tage alt, Puppenstadium. Länge 11⅓ mm, Augen dunkellila, Oberkieferspitze chitinisierend.

Während bei Vespa und Crabro Angel und Zügel kaum ⅓ der Kinnlänge betragen und Kinn sowie Zunge sehr breit sind, erreichen diese Teile bei Andrena ungefähr die gleiche Länge wie bei Apis, dagegen sind Angel und Zügel erheblich kürzer als Kinn und stipes. Ein submentum fehlt bei Andrena vollständig. Die Zügel inseriren lateral ventral. (Bei Apis dagegen mehr in der mittleren Region.)

An der ventralen hinteren Fläche senkt sich das Ectoderm in der Richtung gegen die Mundöffnung ein und die Basalstücke der Mundteile gliedern sich vom Mundboden ab. Der Muskel, der die Beweglichkeit der Zügel garantirt, ist bereits vorhanden, und inseriert mit einer Portion am Endoscelet, mit der anderen am lateralen vorderen inneren Rande der kahnförmigen Ausbuchtung des Koptes.

Die sehr langen Maxillartaster bestehen aus sechs Gliedern. Stipes und Lade sind nicht, wie bei Apis, gelenkig mit einander verbunden.